

# WYKORZYSTANIE KAMIENIA NATURALNEGO W BUDOWNICTWIE I NOWE METODY JEGO OBRÓBK

Katarzyna Zych-Głuszyńska

Kamień naturalny to materiał o niezliczonej liczbie odmian charakteryzujących się indywidualnymi właściwościami fizycznymi i mechanicznymi, a także bogactwem kolorów i struktur mineralnych, układających się w niepowtarzalne wzory o zróżnicowanej dynamice. Różnorodność cech kamienia daje nieograniczony potencjał zastosowania w architekturze, budownictwie tradycyjnym, monumentalnym, hydrotechnicznym, przy budowie dróg i mostów, a także w kształtowaniu przestrzeni. W dobie nowoczesnych, lekkich szkieletowych konstrukcji, gdzie prym wiodą beton, stal i szkło, kamień bardzo często traktowany jest przez architektów jako element dekoracyjny i podnoszący rangę obiektu. Projektowanie elementów kamiennych wymaga wiedzy z zakresu właściwości kamienia oraz metod obróbki.

Odkrywanie potencjału surowca skalnego było ściśle związane z rozwojem człowieka, który początkowo wykorzystywał dostępne naturalne formy skalne, przystosowując je do swoich podstawowych potrzeb. Stopniowo wraz ze zmianą trybu życia – z koczowniczego na osiadły, oraz wraz z rozwojem technicznym i estetycznym, człowiek zaczął obrabiać kamień i wykorzystywać go do wznoszenia różnych konstrukcji budowlanych – od prostych obiektów mieszkalnych po całe kamienne miasta. Równocześnie rozwijały się metody wydobywania i obróbki kamienia. Przykłady mistrzowskiego opanowania rzemiosła znajdujemy w wielu cywilizacjach w różnych miejscach na świecie. Starożytne egipskie budowle wzniesione z wyjątkową precyzją i według intrygujących reguł geometrycznych stanowią zagadkę do dziś i stawiają pytanie - jakich metod wydobywania i obróbki użyli, aby osiągnąć taki efekt.

Sztukę wykorzystania kamienia – w zakresie doskonalenia konstrukcji budowli, oraz użycia imponujących odmian skał w rzeźbie i sztuce dekoracyjnej przejęli i rozwinęli starożytni Grecy i Rzymianie. Zapoczątkowali oni handel kamieniem z odległych regionów. Pokonując trudności i koszty transportu importowali marmury wydobywane w różnych rejonach basenu Morza Śródziemnego. Kultura materialna wykorzystania kamienia w budownictwie i architekturze rozwijała się wraz z pojawiającymi się kolejno stylami

Projekt "Transgraniczna kooperacja, wymiana doświadczeń i edukacja stowarzyszeń, związków i cechów w branży kamieniarskiej" jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz środków budżetu państwa przy wsparciu Euroregionu Nysa.

architektonicznymi – bizantyjskim, romańskim, gotyckim, renesansowym, barokowym i stylami nowożytnymi.

We wszystkich okresach historycznych kamień odgrywał ważną rolę jako materiał konstrukcyjny i dekoracyjny. Wykorzystywano przede wszystkim lokalny surowiec skalny, a w przypadku budowy ważnych obiektów z kamienia do ich dekoracji używano najwyższej klasy materiału. Z odległych zakątków ziemi bardzo często importowano kolorowe marmury i wapienie.

W czasach rewolucji przemysłowej, nowe zdobycze techniki i ich możliwości zachwyciły człowieka. Pojawiły się alternatywne produkty stanowiące konkurencję dla kamienia naturalnego. Ekonomiczna przewaga materiałów opcjonalnych sprawiła, że kamień naturalny przestał być materiałem powszechnie stosowanym w budownictwie – obecnie uznawany jest za produkt trwały o wysokiej jakości, wręcz luksusowy i nie na każdą kieszeń. Oczywiście są dziedziny budownictwa, w których surowiec skalny jest podstawowym elementem. Należy tu wskazać budownictwo drogowe, w którym kruszywa naturalne lub łamane używane są do budowy warstw nawierzchni. Inne wyroby stosowane w budownictwie drogowym takie jak: krawężniki, płyty posadzkowe i kostka kamienna znajdują mniejsze zastosowanie, ze względu na bezkonkurencyjność cenową wyrobów betonowych.

Najczęściej zastosowanie kostki kamiennej i bruku ogranicza się do miejsc zabytkowych i przestrzeni publicznych. Coraz częściej jednak zaobserwować można zainteresowanie prywatnych inwestorów nawierzchnią z kostki kamiennej. Doceniają oni walory estetyczne i niepowtarzalną fakturę naturalnego materiału.

Projektowanie nawierzchni z materiałów kamiennych wymaga od projektanta umiejętnego doboru kamienia. Musi uwzględnić on przede wszystkim jego parametry fizyczne – powinien to być przede wszystkim materiał trudno ścieralny i o dużej mrozoodporności np.: granit, sjenit, porfir lub niektóre z piaskowców. Istotny jest również dobór odpowiednich gabarytów elementów nawierzchni w zależności od natężenia ruchu i obciążeń jakim będzie poddawana.

Projektując nawierzchnię z płyt kamiennych należy określić:

- grubość płyty uwzględniając jej długość i szerokość;
- sposób użytkowania nawierzchni;

- rodzaj kamienia - biorąc pod uwagę jego dopuszczalne naprężenie zginające.

Od niedawna w Polsce stosuje się w miejscach publicznych - przy przystankach komunikacji zbiorczej i przy przejściach dla pieszych tak zwane „ścieżki dotykowe”, umożliwiające swobodne poruszanie się w przestrzeni publicznej osobom niewidomym i niedowidzącym. Obok powszechnie stosowanych prefabrykatów betonowych coraz częściej stosuje się znacznie trwalsze kamienne płyty ze specjalnie wyfrezowaną górną powierzchnią. Stosowane są dwa podstawowe rodzaje powierzchni – pierwszy z wypustkami punktowymi w kształcie stożka, drugi z wypustkami wzdłużnymi w kształcie ściętego trapezu (Fig. 1). Wykonanie większej ilości powtarzalnych elementów przy najmniejszym nakładzie pracy możliwe jest dzięki nowoczesnej metodzie obróbki.

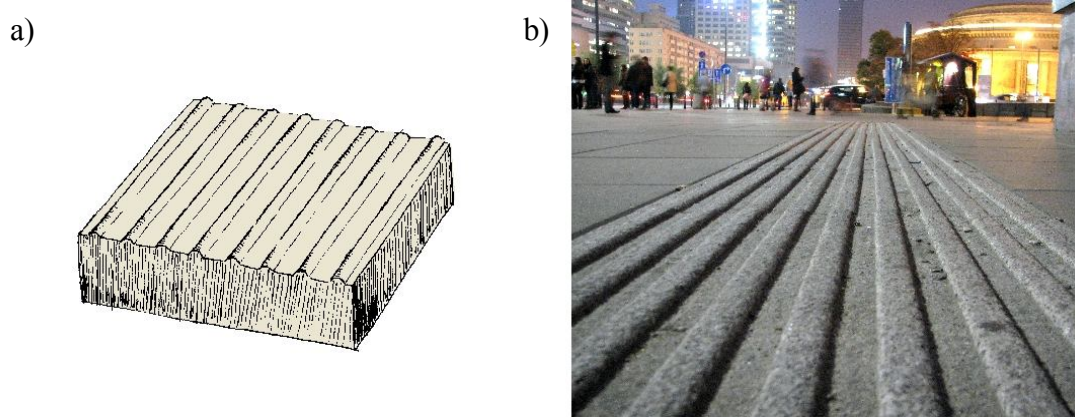


Fig.1 a) Model elementu „ścieżki dotykowej” z wypustkami wzdłużnymi, b) przykład zastosowania „ścieżki dotykowej” wykonanej z granitowych frezowanych płyt w pobliżu Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie

W przypadku nawierzchni z kostki kamiennej jest podobnie – czynnikiem decydującym o gabarytach kostki w projektowanej nawierzchni jest rodzaj obciążeń na nią działających. Obok tradycyjnej kostki łupanej coraz częściej wykorzystywana jest całkiem niedawno wprowadzona na rynek - kostka cięta i obtaczana (Fig. 2).

Kostka cięta pozwala uzyskać równą płaszczyznę przy jednoczesnym zachowaniu efektu naturalnej kostki kamiennej, a dodatkowo zastosowanie faktury płomieniowanej lub piaskowanej powierzchni ciętej sprawia, że nawierzchnia jest antypoślizgowa.

Kostka obtaczana po ułożeniu swoim wyglądem przypomina starobruk.



Fig.2 Rodzaje kostki kamiennej ze względu na metodę obrabiania

Współcześnie budownictwo mostowe bardzo rzadko wykorzystuje kamień jako podstawowy element konstrukcyjny. Dawniej wykorzystywany był do ciosów łożyskowych, filarów i przyczółków mostowych. Obecnie wykonywanie tego typu elementów wiąże się z dużymi kosztami obróbki i przegrywa z bezkonkurencyjnymi pod względem ceny konstrukcjami betonowymi.

W budownictwie wodnym kamień naturalny stosuje się do wznoszenia konstrukcji hydrotechnicznych tj. groble, tamy, jazy oraz budowle portowe. Wykorzystuje się tu walor trwałości i odporności na czynniki atmosferyczne i erozję.

Możliwości stosowania kamienia w budownictwie ogólnym są ogromne, zarówno jako materiału dekoracyjnego jak i użytkowego. Ponadczasowość, niepowtarzalność i trwałość materiału naturalnego decydują o przewadze nad materiałami alternatywnymi. Projektowanie kamienia we wnętrzach jest o wiele łatwiejsze, ponieważ pomijany jest wpływ warunków atmosferycznych, tak bardzo istotnych w przypadku elementów stosowanych na zewnątrz. Daje to niemal nieograniczone możliwości projektantom, którzy dzięki powszechnej globalizacji mogą wybierać z ponad 3000 odmian kamienia z odległych zakątków świata.

Przy projektowaniu kamiennych posadzek i schodów, należy uwzględnić w jakim miejscu będzie ona zastosowana. Posadzka w przestrzeni mieszkaniowej nie jest równa posadzce w przestrzeniach publicznych, takich jak: lotniska, dworce kolejowe, czy galeria handlowa. Sposób użytkowania i natężenie ruchu zdecydowanie wpływa na dobór materiału ze względu na jego porowatość i twardość.

Do wewnętrznych okładzin i elementów dekoracyjnych nadaje się właściwie każdy rodzaj kamienia. W procesie projektowania ścian należy przewidzieć jej wysokość i dobrać odpowiednią technologię montażu, a co za tym idzie grubość płyt okładzinowych. Dobieranie okładzin ściennych nie ogranicza się jedynie do wyboru wyjątkowej i niepowtarzalnej odmiany kamienia - jest to również zabawa formą (Fig. 3). Możliwości jakie dają programy do modelowania 3D i maszyny CNC pozwalają na realizowanie najśmielszych pomysłów – od prostych reliefów po płaskorzeźby.



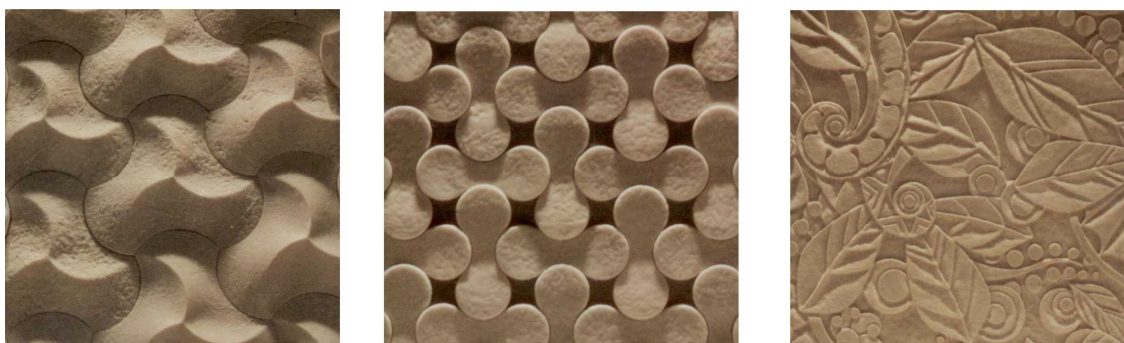


Fig.3 Przykład frezowania płyt kamiennych metodą CNC. Oferta firmy HazemShoukryDesigns

Elementami kamiennymi powszechnie stosowanymi we wnętrzach są parapety i blaty, w przypadku których dobór odpowiedniego kamienia powinien uwzględnić jego reakcje na stosowane na co dzień produkty i środki czystości.

Współczesna technologia obróbki kamienia pozwala na wykonanie niepowtarzalnych elementów, będących jednocześnie przedmiotami codziennego użytku np. umywalka czy wanna, które z punktu widzenia funkcjonalności są nieco ekstrawaganckie, ale są dowodem na to, że kamień ma szerokie spektrum zastosowań (Fig. 4)



Fig.4 Przykład użytkowych elementów wykonanych z kamienia prezentowanych na targach MARMOMACC 2013

Szereg produktów kamiennych stosowanych na zewnątrz może mieć różne zastosowanie oraz różny stopień obróbki – od kamieni w stanie surowym, po wyroby w dużym stopniu obrobione. Właściwości materiałów kamiennych stosowanych na zewnątrz to przede wszystkim – podatność na obróbkę, twardość, odporność na uderzenia, mała nasiąkliwość, mała ścieralność i odporność na czynniki atmosferyczne.

Kamień znalazł zastosowanie również przy produkcji cokołów, parapetów, stopni blokowych i okładzinowych oraz posadzek tarasowych. Z materiału w stanie surowym wykonywane są fundamenty, mury i murki oporowe.

Obecnie odeszło się od murowania ścian nośnych z kamienia (Fig. 5). Grube kamienne mury zostały zastąpione ścianami żelbetowymi, do których mocowane są kamienne płyty za pomocą specjalnych kotew. Projekt takiej elewacji kamiennej powinien uwzględnić wszystkie parametry fizyczne i mechaniczne kamienia i jego zachowanie się w odpowiednich warunkach klimatycznych. (Fig. 6).

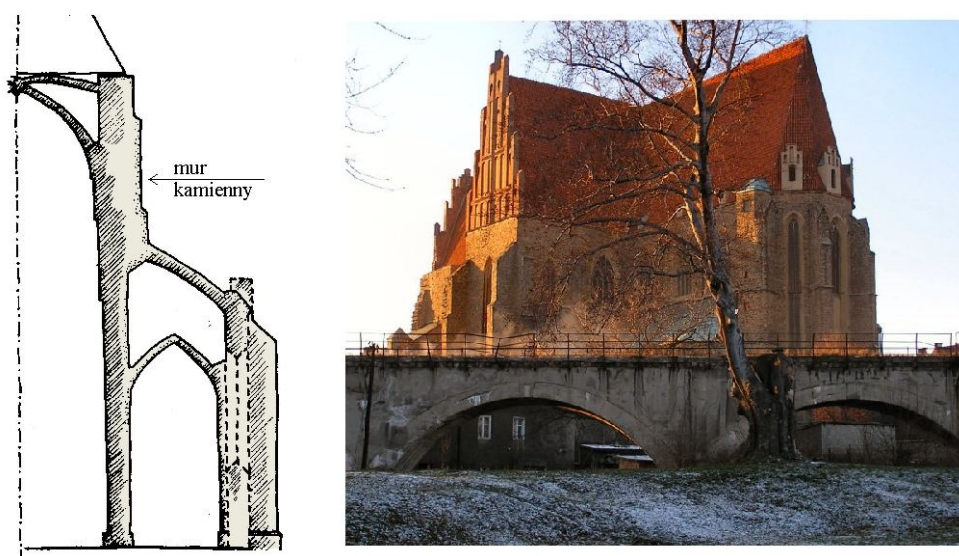


Fig.5 Kamień jako element konstrukcji nośnych na przykładzie gotyckiej budowli  
- Bazylika Mniejsza w Strzegomiu

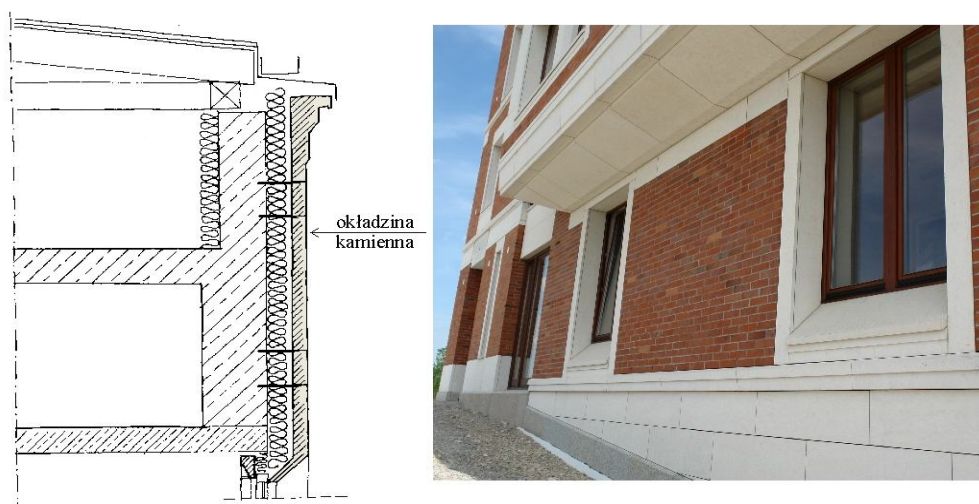


Fig.6 Kamień zastosowany jako okładzina na przykładzie współczesnych rozwiązań(fot. K. Skolak)

Renowacja obiektów zabytkowych jest ważną gałęzią w budownictwie. Odtwarzane są obiekty, w których kamień jest podstawowym elementem konstrukcyjnym

i dekoracyjnym. Pewne surowce skalne nie są już dostępne, dlatego istotne jest umiejętne dobieranie kamieni o podobnych właściwościach estetycznych i fizyko-mechanicznych. Współczesne metody obróbki dają możliwość szybkiego wycinania klasycznych profili w sposób powtarzalny i wymagający niewielkiego wkładu pracy ludzkich rąk.

Kamień naturalny jest cennym materiałem w kształtowaniu przestrzeni publicznych i prywatnych. Rewitalizacja historyczna miast i parków wymaga stosowania tradycyjnych materiałów, spośród których kamień jest jednym z wiodących. Wykorzystywany jest do budowy ścieżek, placów, schodów terenowych, tarasów i murków oporowych. Z kamienia wykonuje się również elementy tak zwanej „małej architektury”: rzeźby, fontanny, ławki, kwietniki oraz lampy (Fig. 7).

Mimo szerokiej gamy możliwości wykorzystania kamienia w przestrzeni, dobór odpowiedniego materiału do konkretnego przeznaczenia i miejsca wymaga gruntownej wiedzy dotyczącej właściwości kamieni.

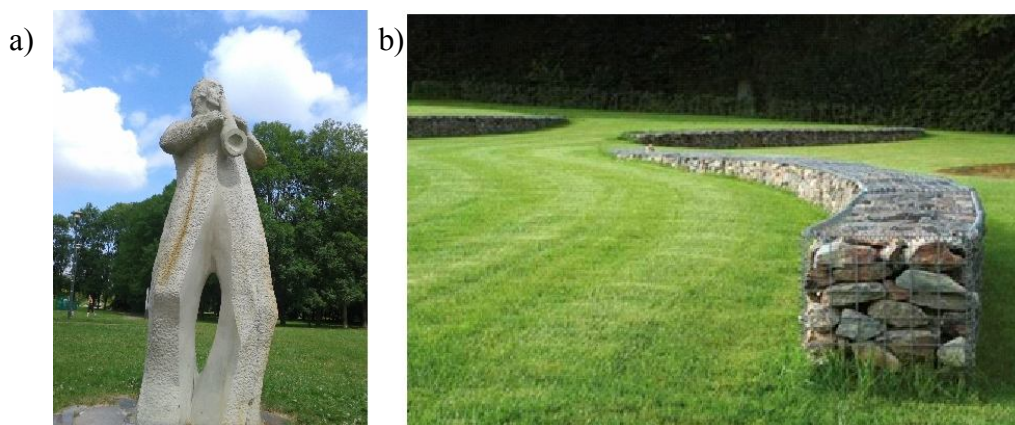


Fig.7 a) Rzeźba parkowa wykonana z piaskowca – Park Mokotowski, Warszawa. b) Gabiony, jako element ozdobny (źródło: <http://www.budnet.pl>)

Nie można kategorycznie stwierdzić, że kamień został zupełnie zepchnięty na drugi plan przez nieco tańsze alternatywne materiały. Popyt na kamień naturalny kreowany jest przez modę, wizję projektantów, którzy coraz śmielej stosują kamień w swoich projektach (Fig.8). Coraz częściej z kreatywnymi pomysłami projektantów mogą się zmierzyć nowoczesne układy obróbcze w zakładach kamieniarskich, które pod okiem fachowców zapewniają uzyskanie pożądanego efektu.

Rozwój technologii obróbki skał poprzez wprowadzenie urządzeń diamentowych, technik

komputerowych stosowanych do projektowania, oprogramowania maszyn obróbczych i kontroli produkcji wpłynęły na wzrost wydajności, jakości, powtarzalności



i precyzji procesu produkcyjnego. Współczesna technologia obróbki skał łączy ze sobą czynności obróbcze znane od wieków, takie jak klinowanie, ręczne obróbki powierzchni z czynnościami wykonanymi przez najnowocześniejsze urządzenia obróbcze – centra CNC, skanery 3D, kopiarki, urządzenia wykorzystujące promień lasera czy strumień wody pod wysokim ciśnieniem.

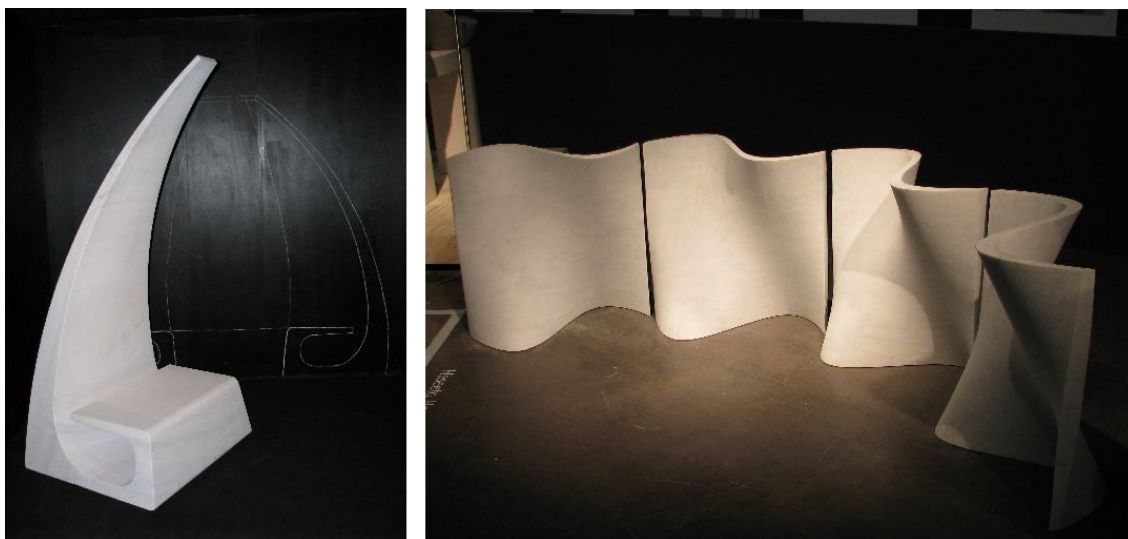


Fig.8 Nowoczesne formy wykonane z kamienia prezentujące potencjał maszyn obróbczych, targi MARMOMACC 2013

### Bibliografia:

1. Stefańczyk B.: *Budownictwo ogólne*, Arkady, Warszawa, 2005.
2. Lorenc M. W.: Mazurek S., *Wykorzystać kamień*, Studia JASA, Wrocław, 2007.
3. Stryzewski M.: *Innowacyjne technologie wydobywania i obróbki skał blocznych*, Art. Tekst, Kraków 2012.
4. Kryza R.: *Kamień w architekturze i sztuce: od Asuanu do Żagania*, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2011.
5. Wilcke H., Thunig W.: *Kamieniarstwo*, Wyd.. Szkol. i Pedag., Warszawa 1997.
6. [www.swiat-kamienia.pl](http://www.swiat-kamienia.pl)
7. [www.rynekkamienia.pl](http://www.rynekkamienia.pl)